

# 北太平洋海温的聚类客观分型及其在厄尔尼诺监测预测中的应用\*

王咏亮 宋家喜

(国家海洋环境预报中心, 北京 100081)

**摘 要** 本文通过聚类分析将北太平洋月平均  $\Delta$ SST 场客观地分成 10 型, 这 10 个型具有以赤道中、东太平洋距平变化为主体的整体变化特征, 它能按 ENSO 现象归纳为厄尔尼诺类和拉尼娜类. 两大类各包含了典型场、非典型场及其 3 个过渡场等 5 个型. 典型场具有良好持续性, 它们正确地拟合了 1951~1996 年之间发生的厄尔尼诺和拉尼娜过程. 两大典型场在半年之内不会相互转换, 而非典型场则是典型场在加强或减弱过程中的一个补充阶段. 过渡型的持续性较差, 且同类之间过渡型相互转换的可能性较小. 两大类型之间转换的主要过渡型分别为 3 型和 9 型. 通过当前海温场所属的型并配合指标的变化, 可望提前 1~2 个月预报出厄尔尼诺过程的开始和减弱.

**关键词** ENSO 客观分析 预测

## 1 引言

海洋是气候系统的重要组成部分. 在全球海洋中, 太平洋面积最大, 作为海气相互作用的重要事件 ENSO 就发生在太平洋的热带海域. 因此太平洋能量的变化在海气相互作用及全球的气候变化中具有重要作用. 海水表面温度 (SST) 是表征海洋特性的重要物理量, SST 的年际变率对气候年际变率的形成有重要的影响.

早在 70 年代, 我国气象工作者就对北太平洋 SST 进行分型<sup>[1]</sup>, 其后又有许多科技工作者做了类似的工作. 80 年代聚类分析方法在水文气象中已得到较广泛地应用, 如水团的分型<sup>[2]</sup>, 低纬度 100 hPa 流场分型<sup>[3]</sup>等. 随着 SST 资料序列的补充, 海域观测范围的扩大, 数据的不断完善和质量的提高, 尤其是卫星、调查船、浮标以及其他各种观测手段的应用, 资料的代表性也越来越好. 随着计算条件和计算方法的提高, 为 SST 的客观、定量的分型创造了良好条件. 本文的目的是通过 SST 的客观分型来分析北太平洋 SST 的变化寻找预报厄尔尼诺的途径.

本文于 1998-09-03 收到, 修改稿于 1999-01-18 收到.

\* 国家航天重点工程资助项目.

第一作者简介: 王咏亮, 男, 57 岁, 高级工程师, 从事海洋长期天气研究.

## 2 $\Delta$ SST 分型

为了解整个北太平洋的海温分布形式, 我们选用  $50^{\circ}\text{N}\sim 10^{\circ}\text{S}$ ,  $120^{\circ}\text{E}\sim 80^{\circ}\text{W}$  范围内  $5^{\circ}$  经度  $\times 5^{\circ}$  纬度的格点资料, 每个样本场共有 286 个格点. 为了使不同月份的海温互相有可比较性, 同时又能比较直观地反映它们的变化趋势, 我们采用滤去年变化的各月海温月平均距平场 ( $\Delta$ SST). 从 1951 年 1 月至 1996 年 12 月共有 552 个样本场.

在应用聚类分析对北太平洋  $\Delta$ SST 进行客观分型时, 不能把  $\Delta$ SST 的类型划分过多, 因为类型多势必造成每种类型的样本含量过少而缺乏代表性, 同时类型多也给使用带来不便. 另外也不宜把类型划分得太少, 类型少, 往往每种类型中包含的样本过多, 导致类内样本间的差异较大.

改变信度  $\alpha$ , 能调节临界相关系数  $r_{\alpha}$ , 当  $\alpha$  值越小, 即要求越严, 分的类型就越多. 相反当  $\alpha$  取值越大, 则分的类就越少. 表 1 是自由度分别为 200 和 300 时, 各信度条件下的初始临界相关系数. 北太平洋  $\Delta$ SST 场自由度 ( $p$ ) 为 286, 介于 200~300 之间, 并更接近 300. 通过改变初始临界相关系数  $r_0$ , 多次进行实验性计算, 并对它们的分型结果进行对比分析, 最后确定选  $r_0 = 0.13$ , 其信度接近 0.01. 把 552 个样本划分成 24 个类型. 表 2 给出各种类型所包含的样本数和占样本总数的百分比.

表 1 各信度条件下的初始临界相关系数

$\alpha$	$r_{\alpha} = 200$ ( $p = 200$ )	$r_{\alpha} = 300$ ( $p = 300$ )
0.1	0.115 9	0.094 8
0.01	0.180 9	0.148 4
0.001	0.228 9	0.188 6

实际上, 划分成 24 个类型仍然太多. 但是由表 2 可见, 在划分的 24 个类型中, 样本含量在 10 个以下的共有 14 类, 它们总共包含了 552 个样本中的 51 个, 仅占样本总数的 9%. 这 14 类由于样本含量太少, 作为基本类型缺乏代表性. 而真正具有代表性的, 每型样本含量至少在 24 个以上的有 10 类. 这 10 类基本上集中在上半区, 它们共包含 501 个样本, 占样本总数的 91%. 因此我们将这 10 类作为最后的基本类型. 为叙述方便, 根据这 10 类海温距平分布的特点进行重新排队, 其型号与原分类序号的对应关系如表 2 所示.

表 2  $r_0 = 0.13$  时北太平洋  $\Delta$ SST 各型占有的样本数

分型序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
各型样本数	100	117	36	43	24	44	46	32	10	6	33	10	26	2	5	2	2	5	2	2	1	1	1	2
占总样本的 百分比/%	18.1	21.2	6.5	7.8	4.3	8.0	8.3	5.8	1.8	1.1	6.0	1.8	4.7	0.4	0.9	0.4	0.4	0.9	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4
型编号	1	6	4	8	5	10	2	7		9	3													

图 1 是 10 个基本类型的北太平洋  $\Delta$ SST 的平均场. 其中第 1 型样本数为 100 个, 第 6 型样本数为 117 个, 两型共含 217 个样本, 占总样本数的 40% 左右, 这是两个最典型的  $\Delta$ SST 场. 第 1 型的特征是: 赤道中、东太平洋为显著的正距平区, 而西北太平洋为大范围的负距平区, 整个北太平洋的正负距平呈西北-东南向分布, 这正是厄尔尼诺现象发生时典型的  $\Delta$ SST 场. 与第 1 型相反, 第 6 型的  $\Delta$ SST 场分布特征为: 赤道中、东太平洋为大范围负距平

区,西北太平洋为大范围的正距平区,整个北太平洋  $\Delta$ SST 场的正负距平区与第 1 型一样,也是呈西北-东南方向分布,所不同的是正、负距平区位置刚好相反.这正是拉尼娜现象发生时典型的  $\Delta$ SST 场分布特征.第 1 型和第 6 型是我们非常关注的两个类型,原因之一是所占的样本较多,具有较好的代表性,原因之二是第 1 型和第 6 型分别与太平洋上 ENSO 现象的两大海洋事件,即厄尔尼诺和拉尼娜现象发生年份的  $\Delta$ SST 场的典型场完全一致.较为明显而又标准的厄尔尼诺现象发生年份的  $\Delta$ SST 场均划分在第 1 型中,如 1957~1958 年、1963 年、1965~1966 年、1969 年、1972 年、1976~1977 年、1982~1983 年、1986~1987 年、1991~1992 年、1993 年和 1994~1995 年.较为明显而又典型的拉尼娜现象发生年份的  $\Delta$ SST 场绝大多数都划分在第 6 型中,如 1955~1956 年、1961~1962 年、1970~1971 年、1973~1975 年和 1988~1989 年等.

第 2 型  $\Delta$ SST 场的明显特征是赤道中、东太平洋为较强的正距平区,该正距平区呈东~西向带状分布.这个正距平区与第 1 型的分布极为相似,只是正距平的强度较第 1 型略弱.但在北太平洋的北部与第 1 型有较大的差异,第 2 型为大范围的正距平区,正距平的强度并不很大,而在北太平洋中部为一负距平区.这样整个北太平洋  $\Delta$ SST 场从东南到西北呈正负相间分布.这是一种弱的或者是非典型的厄尔尼诺现象海温距平分布场.如 1951~1952 年、1953 年等的厄尔尼诺现象它们的全过程只发展到 2 型后就已衰减.这类海温场还经常发生在从非厄尔尼诺向典型的厄尔尼诺转变的过渡时期,或从典型的厄尔尼诺时期减弱向非厄尔尼诺转变的过渡时期.如 1957、1965、1969、1972、1976、1991 等年份均由 2 型发展到 1 型,而 1966、1972~1973、1983 年等则由 1 型减弱成 2 型后逐渐过渡到非厄尔尼诺的.

第 7 型  $\Delta$ SST 场的显著特征是赤道中、东太平洋为大范围的负距平区,与第 6 型  $\Delta$ SST 场相对应区域的特征很相似,只是范围略小一些,强度也弱一些,尤其在赤道中太平洋减弱更明显.在北太平洋的中部和北部为大范围的正距平,其范围比第 6 型相对应的区域要大,然而在北太平洋东部第 7 型为弱的正距平而第 6 型则为弱的负距平.实际上第 7 型为弱的或非典型的拉尼娜现象的海温场.这类海温场往往发生在非典型拉尼娜向典型的拉尼娜转折期,如 1964 年,1970 年均有一种现象;或者由典型的拉尼娜减弱向非典型的拉尼娜转折期,如 1985 年.有的拉尼娜年始终较弱,因此也有仅仅发展到 7 型就宣告结束的,如 1967 年.

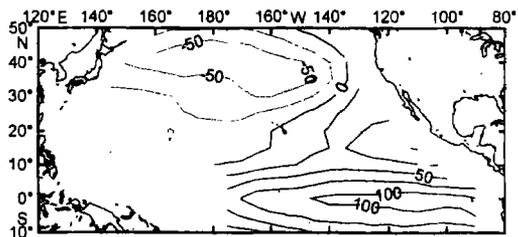
第 3~5 型  $\Delta$ SST 场的基本特征是赤道中、东太平洋均为较弱的正距平区,具备厄尔尼诺发生时期的一些特点,为厄尔尼诺类过渡型.其中第 3 型主要出现在厄尔尼诺过程减弱阶段.第 4、5 两型主要出现在厄尔尼诺过程形成的前期.

第 8~10 型  $\Delta$ SST 场的基本特征是赤道中、东太平洋均为较弱的负距平区,具备拉尼娜发生时期的一些特点,它为拉尼娜类过渡型.其中第 8 和第 10 型主要出现在拉尼娜过程形成的前期,而第 9 型往往预示着由拉尼娜向厄尔尼诺的过渡.

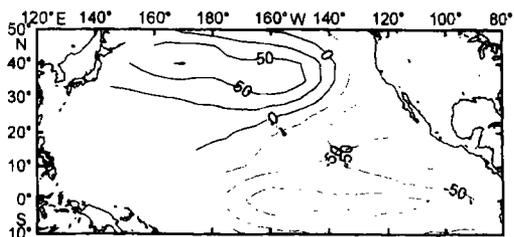
综上所述,第 1 型为典型的厄尔尼诺型,第 2 型为非典型的厄尔尼诺型,第 6 型为典型的拉尼娜型,第 7 型为非典型的拉尼娜型.第 3~5 型为厄尔尼诺类过渡型,而第 8~10 型则为拉尼娜类过渡型.

### 3 各型的持续性、相互转换规律及指数变化特征

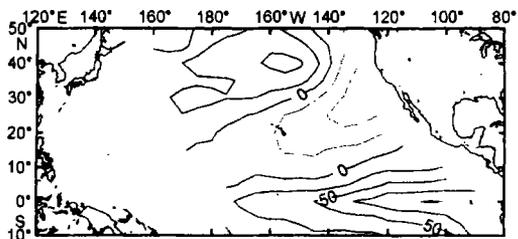
通过前面的分析,发现客观分型的实际结果是以 ENSO 的两大海温典型分布为主线,它们具有良好的过程性,尤其与历史上的厄尔尼诺过程拟合更为密切.为了进一步说明各型之



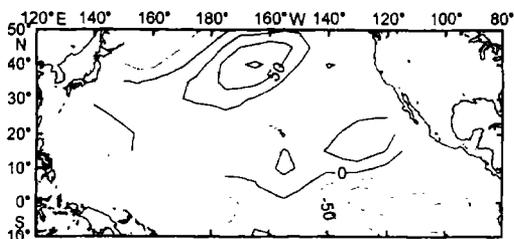
第1型



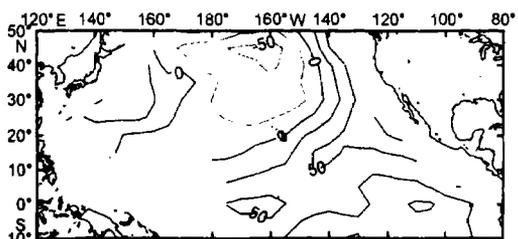
第6型



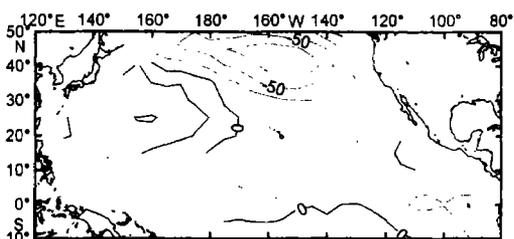
第2型



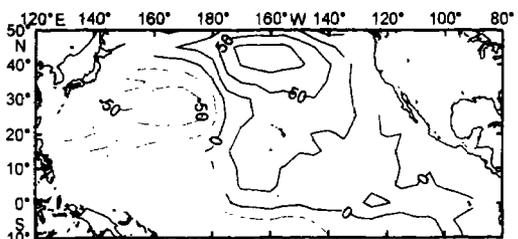
第7型



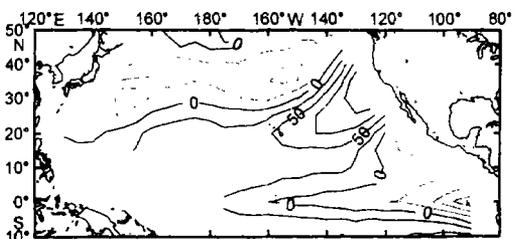
第3型



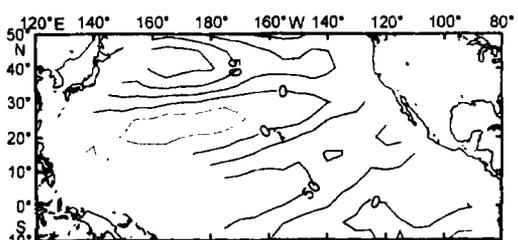
第8型



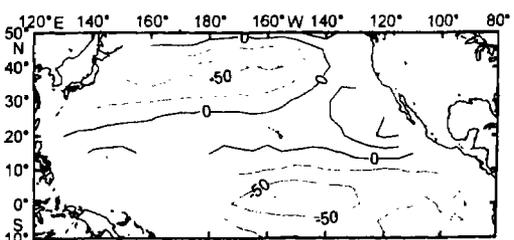
第4型



第9型



第5型



第10型

图1 北太平洋海温客观分型距平(°C)图

间的关系,又统计了10个型,1~24个月的转移概率(表略)。通过该表发现以下几个主要特征:

(1) ENSO的两个典型场1型和6型有较稳定的持续性,一般可持续一年左右,但非典型场(2型,7型)及过渡型场(3~5型,8~10型)持续性较差,通常只能维持几个月。

(2) 作为非典型厄尔尼诺型的2型向典型厄尔尼诺的1型的转移关系非常明显。说明当海温场出现非典型厄尔尼诺的2型后,通常将持续发展、加强和调整,一般将转成典型厄尔尼诺的1型,它在10个月之内转为1型的概率较大,尤其是2~7个月的转移概率可达25%左右。

(3) 与上述关系相类似,作为非典型拉尼娜的7型向典型的拉尼娜的6型转移关系也较明显。其中7~12个月的转移概率都在20%以上。当海温场出现非典型拉尼娜的7型后,往往将持续加强、发展成典型的拉尼娜的6型。

(4) 作为ENSO两个典型场的1型和6型,通常在半年之内不会转成同类内的过渡型,而一年之后,转为相反类典型场的特征较为显著,即由1型转6型或由6型转为1型。

(5) 厄尔尼诺类的过渡型(3~5型)之间相互转换的可能性较小。同样,拉尼娜类的过渡型(8~10型)之间相互转换的可能性也很小。

(6) 两大类型之间转化的主要过渡型为3型和9型。

分型的目的是为了加强对北太平洋海温场变化和厄尔尼诺过程发生发展的监测。依照厄尔尼诺形成的特点,设计了2个指数。其一为 $5^{\circ}\text{N}\sim 10^{\circ}\text{S}$ 共82个格点的海温距平和,定义为 $\sum\Delta T$ ;其二为相邻2个月的 $\sum\Delta T$ 之差,定义为 $d\sum\Delta T/dt$ 。当连续3个月的 $d\sum\Delta T/dt$ 出现(-、+、+)的信号时,则需要作进一步分析。厄尔尼诺的形成需要一定的海温基础,当第1个月的 $\sum\Delta T$ 低于 $-80.0^{\circ}\text{C}$ 时,说明赤道中、东太平洋的基础海温太低,不利于厄尔尼诺的形成。当3个月 $d\sum\Delta T/dt$ 之和为负值时,说明后2个月的增温还不足以抵消第1个月的降温,同样厄尔尼诺不易形成。如果前一次厄尔尼诺过程结束后的5个月之内,出现(-、+、+)这种信号时一般也很难再出现新的厄尔尼诺过程,因为近46年的资料表明,2次厄尔尼诺过程之间的时间间隔至少在8个月以上。如果前3个月的信号均符合要求,在第4个月没有转成1或2型条件下,当它的 $d\sum\Delta T/dt$ 出现负值时,说明这一带的增温过程已遭破坏,厄尔尼诺很难形成。

通过上述条件,从46年资料中共筛选出16次过程,其中1963年的厄尔尼诺过程有2次信号,第1次提前5个月,第2次提前1个月,所以实质上对应了15次过程。在这15次信号中,有3次空报,还有1次对应了1979年中途夭折的过程,另外11次均有明显的厄尔尼诺过程相对应。46年中实际上出现了13次厄尔尼诺过程,故有2次漏报,它们分别为1953年和1976年。在3次空报中,都与7、8两型有关,由于7、8两型属于拉尼娜型范畴,所以要在短短的几个月之内调整到厄尔尼诺型,存在一定困难。在预报时遇到这种信号,必须分析7、8两型是否属该型之后期。

在16次信号中起始月以4、5、6三种型为主,共出现9次;结束月以2、4、5、6四种型为主,共有11次。4、5两型属于厄尔尼诺的过渡型,其后转成厄尔尼诺型概率较大;6型无论位于信号的起始月还是结束月,它往往已持续相当长的时间,如1963年信号出现时,6型已持续长达一年半之久,且从第18个月开始转为4型。同样1957年的过程则已是连续22个月为6型;而1951年的过程由于在此之前无资料而无法考证,但当信号出现后也已从

6型转为5型. 因此以6型形式出现的信号, 必须持续了一年以上的的时间, 才可以作为指标, 即需判断当时是否属于拉尼娜过程的后期.

以上这些类型相互转换规律和特征对 ENSO 的监测和预测具有一定的参考意义.

#### 4 1997~1998 年度厄尔尼诺过程的监测

根据上述分型, 使用 1997 年 1 月至 1998 年 6 月的实时北太平洋  $\Delta$ SST 场资料分别与 10 个型  $\Delta$ SST 的平均场做相关计算 (表 3). 发现 1997 年的 1~2 月份仍然属于从 1995 年 4 月份就已开始的第 9 型, 其相关系数分别为 0.66 和 0.70. 在赤道中、东太平洋上的 SST 有一个完整的负距平区, 其中心强度达  $-2.5^{\circ}\text{C}$ ,  $\Sigma\Delta T$  为  $-47.2^{\circ}\text{C}$ ,  $d\Sigma\Delta T/dt$  为  $-6.9^{\circ}\text{C}$  (表 3), 说明这时赤道中、东太平洋的海温仍处于继续下降阶段. 1997 年 2~3 月份虽然这一带的  $\Sigma\Delta T$  继续维持负距平, 但  $d\Sigma\Delta T/dt$  却已转为正值, 出现 (-、+、+) 的信号, 它满足上节所述的一切条件, 也就是说从 2 月份开始, 赤道中、东太平洋 SST 已有回升的迹象, 海温负距平区已开始受到破坏.

表 3 1997 年 1 月至 1998 年 5 月北太平洋  $\Delta$ SST 场与各典型场的相关系数及  $5^{\circ}\text{N}\sim 10^{\circ}\text{S}$  海温距平 ( $^{\circ}\text{C}$ ) 和与月变化 ( $^{\circ}\text{C}$ )

时 间	型	$r$ ( $\times 10^{-2}$ )	$\Sigma\Delta T$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$d\Sigma\Delta T/dt$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	时 间	型	$r$ ( $\times 10^{-2}$ )	$\Sigma\Delta T$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$d\Sigma\Delta T/dt$ ( $^{\circ}\text{C}$ )
1997-01	9	66	-47.2	-6.9	1997-10	1	84	101.7	8.5
1997-02	9	70	-40.5	6.7	1997-11	1	81	109.0	7.3
1997-03	10	32	-27.9	12.6	1997-12	1	75	112.3	3.3
1997-04	10	25	-15.6	12.3	1998-01	1	72	102.7	-9.6
1997-05	1	44	16.5	32.1	1998-02	1	73	81.3	-21.4
1997-06	1	64	41.6	25.1	1998-03	1	72	59.5	-21.8
1997-07	1	71	64.3	22.7	1998-04	2	55	43.5	-16.0
1997-08	1	79	83.1	18.8	1998-05	2	52	61.0	17.5
1997-09	1	84	93.2	10.1	1998-06	2	24	47.9	-13.1

1997 年 3~4 月份北太平洋  $\Delta$ SST 场已转成第 10 型, 但相关系数较小, 仅为 0.32 和 0.25. 在 4 月份,  $150^{\circ}\text{W}$  以西和  $100^{\circ}\text{W}$  以东的赤道地区分别出现  $0.5^{\circ}\text{C}$  以上的正距平区, 这时的  $\Sigma\Delta T$  虽仍为  $-15.6^{\circ}\text{C}$ , 但  $d\Sigma\Delta T/dt$  的值已连续 3 个月出现正值, 说明赤道中、东太平洋的负距平区处于稳定的减弱状态.

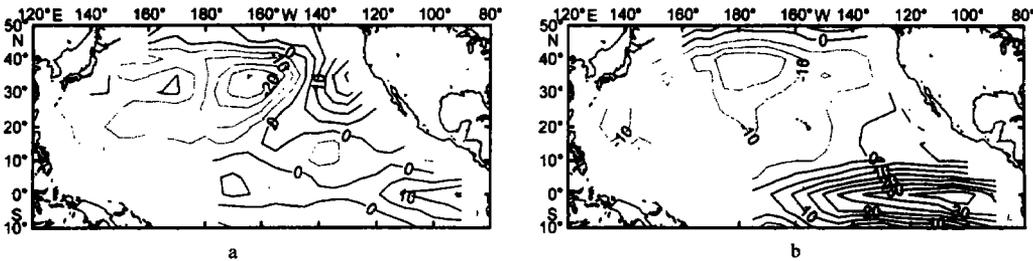


图 2 1997~1998 年度厄尔尼诺过程生成发展期的北太平洋 SST 距平 ( $^{\circ}\text{C}$ ) 图

a. 1997 年 5 月

b. 1997 年 11 月

1997年5月份北太平洋 $\Delta$ SST场与第1型的相关达到0.44,  $\Sigma\Delta T$ 值为 $16.5^{\circ}\text{C}$ , 且 $d\Sigma\Delta T/dt$ 的值高达 $32.1^{\circ}\text{C}$ (见表3). 说明赤道中、东太平洋SST在5月份发生了重要的变化, SST负距平区彻底崩溃, 而转受正距平控制. 由图2a上看出5月份赤道东太平洋上出现了中心达 $2.0^{\circ}\text{C}$ 以上的正距平区, 在 $180^{\circ}\sim 160^{\circ}\text{W}$ 的赤道中太平洋上也有 $0.5^{\circ}\text{C}$ 的正距平区, 这时 $160^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{W}$ 的正距平场虽然还比较弱, 但整个赤道中、东太平洋的正距平区已初具规模, 厄尔尼诺现象已经发生. 从4~5月份的变化可看出, 这次厄尔尼诺过程的形成属于赤道太平洋东部和中部两个区域的正距平先发展, 然后向中间靠拢的混合型.

从1997年5月开始的半年内, 赤道中、东太平洋SST持续上升, 它们与第1型的相关系数也稳定地逐月上升, 到9~10月相关系数均高达0.84, 11月份的 $\Sigma\Delta T$ 值为 $109.0^{\circ}\text{C}$ ,  $d\Sigma\Delta T/dt$ 的值为 $7.3^{\circ}\text{C}$ , 已连续10个月为正值(见表3). 说明这段时间内赤道中、东太平洋持续不断地增温, 使北太平洋 $\Delta$ SST场与第1型的特征越来越相似. 从11月份的 $\Delta$ SST场(见图2b)上看到, 赤道中、东太平洋上形成一个规模大而完整的正距平,  $4.5^{\circ}\text{C}$ 以上的高值中心位于 $105^{\circ}\text{W}$ 附近的赤道地区, 厄尔尼诺现象发展到鼎盛期.

进入12月份后, 北太平洋 $\Delta$ SST场与第1型的相关系数逐渐减小, 相反与第2型的相关却有增大的趋势. 从1998年1月份开始 $d\Sigma\Delta T/dt$ 已开始走向衰减阶段. 到1998年4月份 $d\Sigma\Delta T/dt$ 已出现连续4个月的负值, 其中2、3月份均在 $-21.0^{\circ}\text{C}$ 以上, 4月份北太平洋 $\Delta$ SST场与第2型的相关系数为0.55, 与第1型的相关系数只有0.47, 说明其属性已由1型转为2型, 厄尔尼诺过程明显处于持续减弱阶段. 进入7月份主要的相关型已转到6型, 厄尔尼诺过程结束, 拉尼娜过程却开始酝酿. 1998年10月份与6型的相关高达0.53, 拉尼娜过程形成.

因此1997~1998年度的厄尔尼诺过程从形成、发展直至减弱, 从北太平洋 $\Delta$ SST场与各型的关系中可以一目了然. 另外 $d\Sigma\Delta T/dt$ 的指标, 即赤道中、东太平洋海温距平的变化速度也具有良好的代表性, 并有一定的预报意义.

## 5 讨论

**5.1** 北太平洋海温距平场具有以赤道中、东太平洋海温距平变化为主体的整体变化特征, 即以厄尔尼诺现象或拉尼娜现象发生时的海温距平场为主要特征. 其中第1至第5型为厄尔尼诺现象发生前后的 $\Delta$ SST场分布, 第6至第10型为拉尼娜现象发生前后的 $\Delta$ SST场分布.

**5.2** 北太平洋海温场在不断变化, 但各种海温型在相互转换时, 并非杂乱无章, 而是有较明显的演变规律. 因此, 对以后的海温场可用现已划分的10个型为标准, 采用计算相关场来确定其类型. 46年历史资料的拟合证明, 各型间的相互转换规律, 对于北太平洋海温今后演变的趋势具有一定的预测能力.

1997年1月至1998年6月北太平洋 $\Delta$ SST型的演变过程和始于1997年5月的厄尔尼诺实际演变过程极其一致. 通过这次厄尔尼诺过程前期, 型的演变和指数信号证明提前1~3个月预报出厄尔尼诺过程的开始是可能的.

**5.3** 不同的海温场分布, 特别是赤道中、东太平洋海温场的变化会影响热带地区大气环流的变化, 从而又波及到热带以外地区大气环流的变化, 最终导致全球气候的短期变化. 因此加强海温场变化的监视, 对掌握未来气候变化有着重要意义.

## 参考文献

- 1 归佩兰. 北太平洋海水表面温度特征及相应的大气环流型. 海气相互作用与旱涝长期预报, 北京: 科学出版社, 1978, 13~26
- 2 李凤岐. 聚类分析在浅海变性水团分析中的应用. 海洋学报, 1983, 5(6): 675~686
- 3 陆龙骅. 矢量场的聚类分析及模糊分类. 气象学报, 1985, 42(2): 189~197

# Objective cluster grouping to SST of the North Pacific and its application in monitor and prediction of El Niño

Wang Yongliang, <sup>1</sup>Song Jiayi<sup>1</sup>

1. *National Marine Environmental Forecasting Center, State Oceanic Administration, Beijing 100081*

**Abstract**—By use of cluster analysis in this paper, the monthly averaged SST of the North Pacific is objectively grouped into ten types that have the totally changing characteristics mainly with the changing anomalies of the Mid-East Equatorial Pacific. We can group them into El Niño-type and La Nina-type according to the ENSO phenomenon. These two types include typical field, non-typical field and three transitional fields. The typical one has the good persistence and fits correctly the El Niño and La Nina occurring from 1951 to 1996. Within half a year, there is not inter-conversion between the two typical fields; however, the non-typical field compensates to typical one when it enhances or weakens. The transitional type persists poorly. It is rarely possible for the same transitional types to inter-converse. The main transitional types for conversing are Type 3 and Type 9.

By using the type the present SST field belongs to plus the change of index, it is expected to predict the beginning and the declination of El Niño from 1 to 2 months in advance.

**Key words** ENSO, objective grouping, forecast